



## Tutoriel "Objets Distribués, Interopérabilité, CORBA"

Nacer Boudjlida

### ► To cite this version:

Nacer Boudjlida. Tutoriel "Objets Distribués, Interopérabilité, CORBA". Journées Bases de Données Avancées, PRISM, GDR BD3, RIADI, 1998, Hammamet, Tunisie, 150 p. inria-00098727

**HAL Id: inria-00098727**

**<https://inria.hal.science/inria-00098727>**

Submitted on 26 Sep 2006

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Objets distribués

Tutoriel BDA'98, Hammamet, Tunisie, 26 octobre 1998

Nacer Boudjlida

LORIA, UHP Nancy 1  
Campus scientifique, BP 239  
54506 Vandoeuvre Lès Nancy CEDEX

Nacer.Boudjlida@loria.fr ou nacer@loria.fr

<http://www.loria.fr/~nacer/>

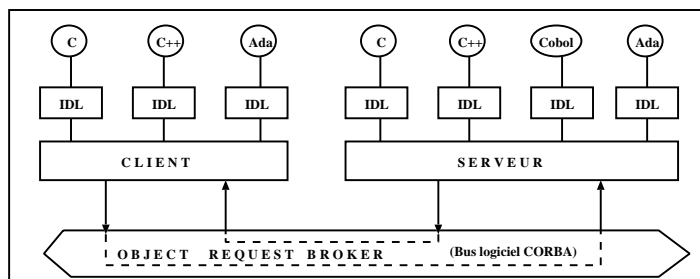
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Common Object Request Broker Architecture

- <http://www.omg.org>
- Projet "middleware" Client/Serveur
- Object Management Group (OMG) [ $\simeq$  700 Compagnies sauf Microsoft (DCOM)]
- Proposition de spécifications, "pas de code":
  - Standards pour l'intégration d'applications distribuées
  - Technologie objets
  - Architecture (Object Management Architecture) : logiciel  $\simeq$  objet
  - Applications non orientées objets (*Legacy Systems*) : encapsulation  
→ comportement conforme à CORBA

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

- Objet distribué CORBA : {Composants binaires accessibles à distance par des clients}
- Interface Definition Language (IDL)
  - "Langage neutre"
  - "Bindings" vers C, C++, Smalltalk, Java, Cobol, ...



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

- Pour le Client : TRANSPARENCE vis-a-vis :
  - Langage d'implémentation des objets du serveur
  - Localisation
  - Systèmes d'exploitation
  - Seule connaissance : Interface(s) publiée(s)
- Mots-clés :
  - Client-Middleware-Serveur
  - Hétérogénéité (langages, systèmes, plates-formes)
  - Objets
  - Distribution

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Structure de la présentation

### I. Les architectures client/serveur

- Typologie
- Composants et technologies

### II. Objets Distribués et CORBA

- Anatomie
- Notions de programmation en CORBA
- Client/Serveur, Web et CORBA
- CORBA vs [D]COM

### III Conclusion

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Partie I: Les architectures client/serveur

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## I- Notions de Client/Serveur

- Application "Client" : demande(s) de services
- Application "Serveur" : fournisseur de services
- Machine Client : résidence de l'application client
- Machine(s) Serveur : résidence du (des) fournisseur(s) de services
- Machine Client et machine serveur : unique ou pas
- Un client *peut aussi* être serveur

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Client/Serveur : Définition

- Environnement *ouvert* réunissant des systèmes éventuellement *hétérogènes* avec :
  1. Partage de ressources :
    - Relation 1 (Serveur)-N (Clients)
    - Contrôle des accès aux ressources
  2. Asymétrie des protocoles
    - *Serveur* : attente passive des demandes
    - *Client* : initiateur du dialogue

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 3. Transparence

- Localisation des services
- Unicité/Multiplicité des machines

### 4. Indépendance matériel-logiciel : Logiciels client et serveur indépendants

- de la plateforme
- du système d'exploitation

### 5. Faible couplage : Communication par messages

- $C \rightarrow S$  : Demande de service
- $S \rightarrow C$  : Réponses aux demandes

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 6. Encapsulation des services

- Services connus par leur interface

### 7. Evolutivité

- Horizontale : Ajout/Retrait de machines clients
- Verticale : Migration du serveur sur des machines plus puissantes ou vers une architecture multi-serveurs

### 8. Intégrité et Maintenabilité

- Code et données gérés de façon centralisée par le serveur
- Clients indépendants (isolation)

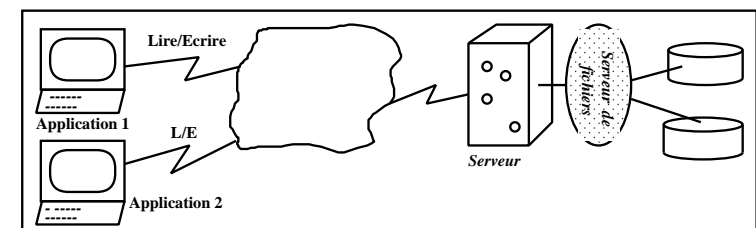
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Typologie des architectures Client/Serveur

1. Serveurs de fichiers
2. Serveurs Bases de données
3. Serveurs de "Groupware"
4. Serveurs de transactions
5. Serveurs d'objets
6. Serveurs Web
7. Serveurs Objets + Web

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Typologie (1/7) : Serveurs de fichiers



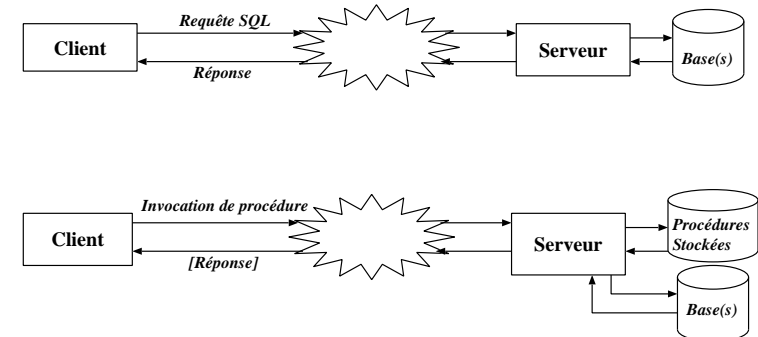
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (2/7) : Serveurs bases de données

- Similaires aux serveurs de fichiers
- Client  $\rightarrow$  Serveur : Requêtes SQL ou invocation de procédure stockée
- Serveur  $\rightarrow$  Client : Réponses

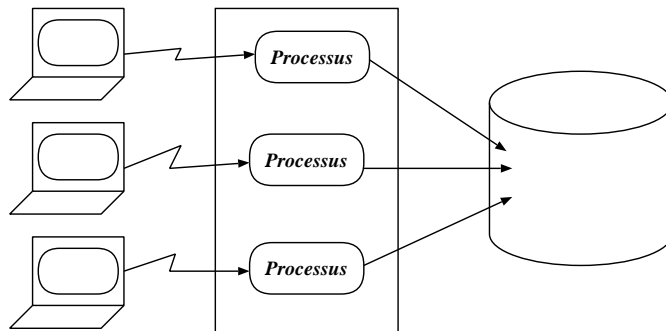
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Serveurs bases de données : SQL distant vs procédures stockées



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

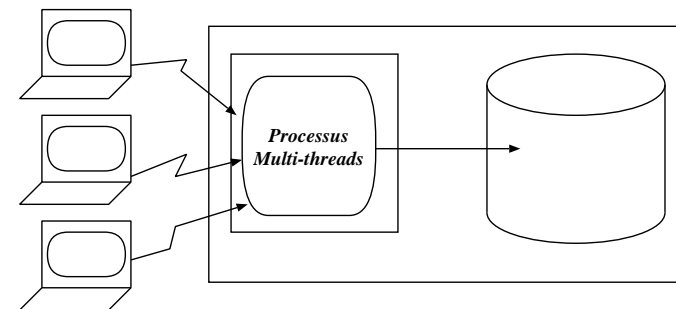
### Serveurs bases de données : Un client-Un processus



- Exemple : Oracle V6

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

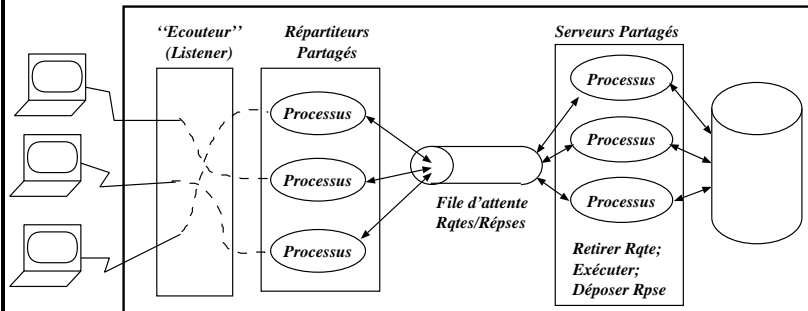
### Serveurs bases de données : N clients, M processus (N > M)



- Exemple : Sybase, SQL Server

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

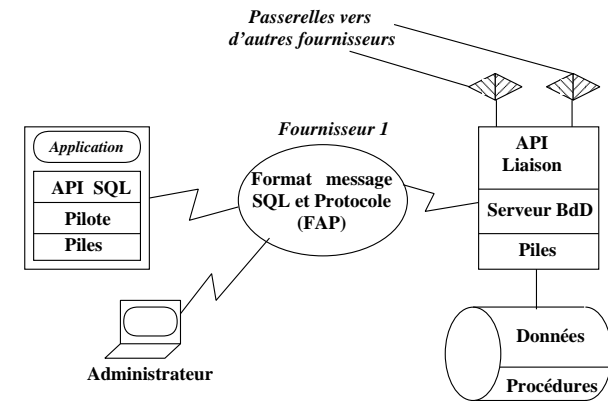
### Serveurs bases de données : Architecture hybride



- Exemple : Oracle 7

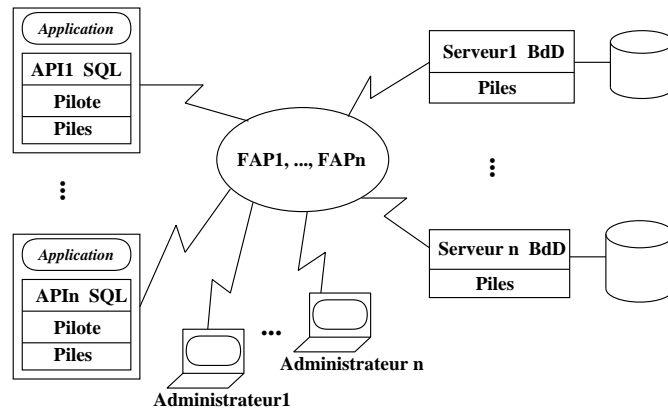
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Bases de données Fédérées Homogènes



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Bases de données Fédérées Hétérogènes



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Bases de données Fédérées Hétérogènes

- Hétérogénéité sans véritable interopérabilité
- Solutions :
  1. API SQL commune + pilotes spécifiques  $\Rightarrow$  Différents FAPs
  2. API SQL commune + pilote passerelle + Passerelle SQL ouverte  $\Rightarrow$  Un FAP (pour la passerelle)
  3. + FAP SQL standard

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (3/7) : Serveurs de groupware

- Communication entre individus
- Information semi-structurée : images, textes, messagerie, etc
- Exemple : Lotus Notes

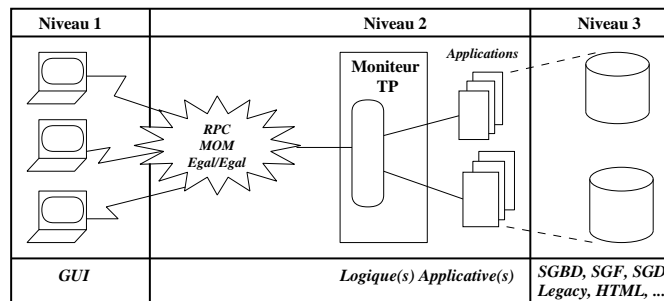
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (4/7) : Serveurs de transactions

- Transaction : suite d'actions considérée comme *atomique*
- "Tout ou rien"
- Client  $\rightarrow$  Serveur :  $\simeq$  invocation de procédures distantes
- Client dispose, généralement, d'une GUI
- Serveur :
  - {Transactions}
  - éventuellement, un moniteur transactionnel

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Moniteurs transactionnels (1/2)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Moniteurs transactionnels (2/2)

- $\simeq$  système d'exploitation pour la gestion de transactions :
  - Lancement processus serveurs
  - Routage vers les serveurs
  - Contrôle de l'exécution
  - Equilibrage de charge entre processus
  - Gestion de transactions : ACID (au minimum)
- Moniteurs "ouverts" : *Encina* (Transarc/IBM), *TopEnd* (AT&T), *Tuxedo* (BEA/Novell)
- Moniteurs "fermés" : *CICS/MVS*, *CICS/TP* (IBM), *Pathway* (Tandem)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

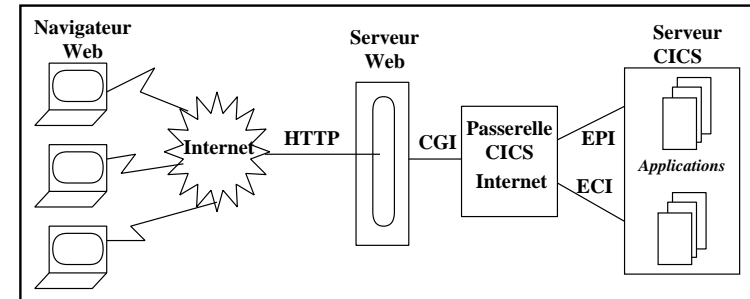
### Moniteurs transactionnels (3/3)

#### • Avantages et tendances :

- Agents de communication “universels” (Workflow, Internet, etc)
- “*Entente cordiale*” avec des outils de développement C/S (PowerSoft, Delphi, etc) : transparence moniteur-développeur
- *Gain économique* : par rapport aux serveurs BdD
  - $\simeq 30\%$  sur le coût total du système
  - $\simeq 40$  à  $50\%$  sur le coût de développement
- $\rightarrow$  Environnements de développement d’applications portables
- $\rightarrow$  Orientation objets : services accessibles via des bibliothèques C++ (mutation en ORB ?)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Moniteurs transactionnels + Web

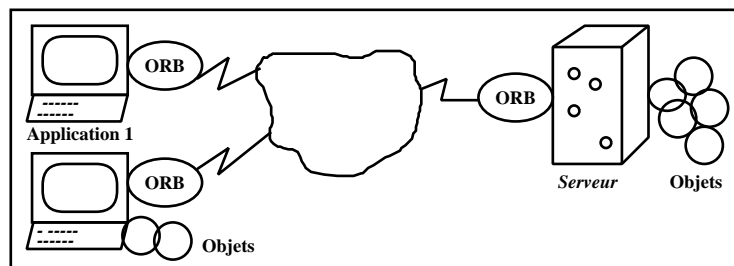


- EPI : External Presentation Interface (émulation terminaux clients)
- ECI : External Call Interface (Transactional RPC)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (5/7) : Serveurs d'objets

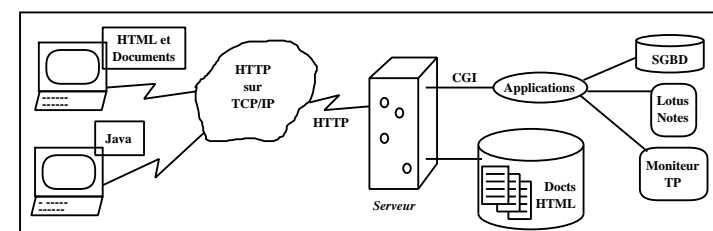
- *Application* = {Objets communicants}
- Communication par le biais d'un *négociateur de requêtes objets* (Object Request Broker)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (6/7) : Serveurs Web

- *Clients* : “légers”, portables communiquant avec de gros serveurs
- *Communication* : HTTP
- *Convergence* Objets-Web

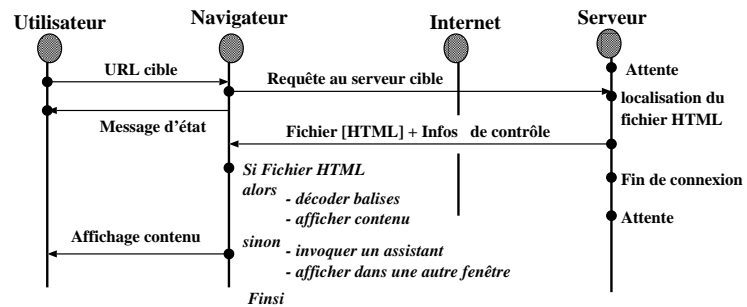


- *Services de formatage* Relationnel/Objet  $\longleftrightarrow$  HTML (tables)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

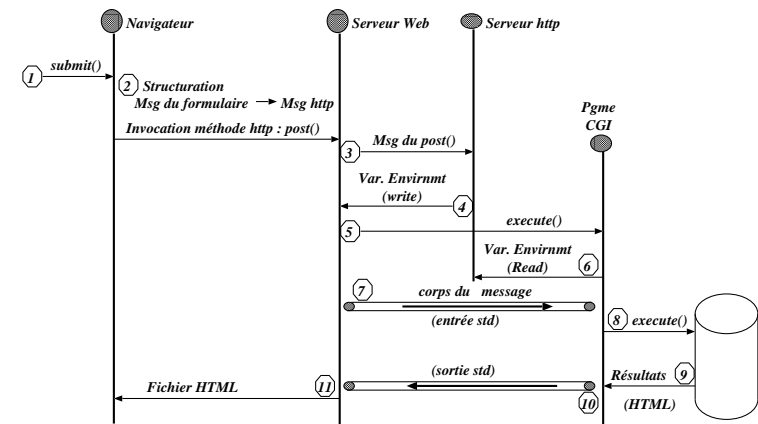


### Serveurs Web : interaction C/S



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

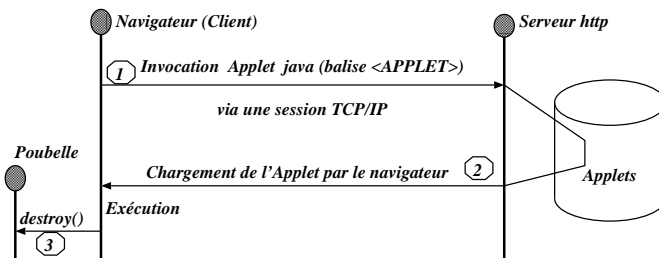
### Serveurs Web : CGI



- Variables environnement : server\_name, script\_name, etc

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Serveurs Web : Applet



- CGI: Protocole serveur Web  $\longleftrightarrow$  programme CGI
  - Serveur  $\longrightarrow$  Programme : méthode + paramètres
  - Serveur  $\longleftarrow$  Programme : résultat (HTML)
- Applet: Composant (code) s'exécutant sur le client

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Typologie (7/7) : Serveurs Web + Objets

*Patience !*

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Client/Serveur : Composants et Technologies

1. Middleware
2. Anatomie d'un serveur
3. Anatomie d'un client
4. Types de communication entre systèmes
5. Systèmes d'exploitation : clients, serveurs
6. Systèmes d'exploitation réseaux
7. Conclusion

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## 1/6) Composants des architectures Client/Serveur : le “?”

- Client-Middleware-Serveur
- Middleware :
  - Depuis les API, côté client
  - Jusqu'au retour des réponses du serveur
  - Deux Classes :
    1. Middleware Général
    2. Middleware spécifique à un service ou une architecture

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Middleware Général

- Comprend :
  - Piles de communication
  - Annuaire réparti
  - Services d'authentification
  - Synchronisation d'horloges
  - Appels de procédures distantes
  - Gestion files d'attente

- Exemples : LAN/WAN Servers, NetWare, TCP/IP, DCE, MOM, etc

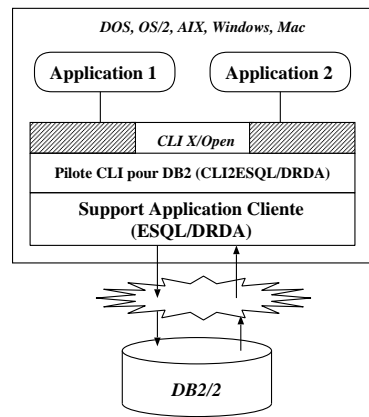
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Middleware Spécifique

- Bases de données : ODBC, JDBC, DRDA, EDA/SQL
- Transactionnel : TxRPC et XATMI (X/Open), Transactional RPC (Encina)
- Groupware : SMTP, Appels à Lotus Notes
- Objets répartis : CORBA, Network OLE/DCOM
- Internet : HTTP, S(ecure)-HTTP
- Administration système : SNMP (Simple Network Management Protocol), ORB

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

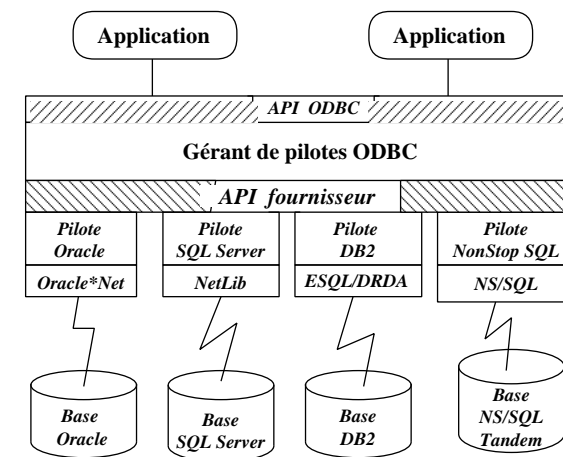
### Middleware bases de données : Callable Level Interface X/Open



- EDA/DRDA : Entreprise Data Access/Distributed Relational Data Access

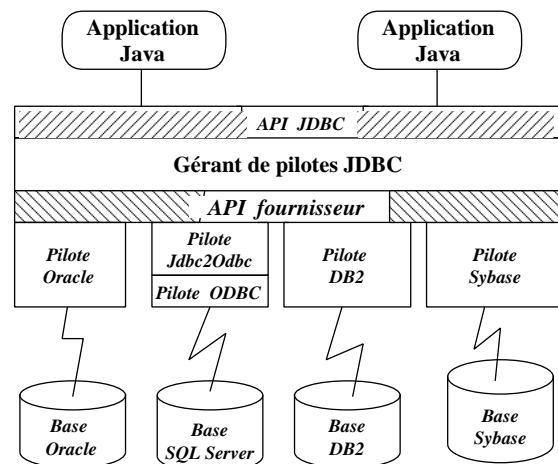
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Middleware Serveurs bases de données : ODBC



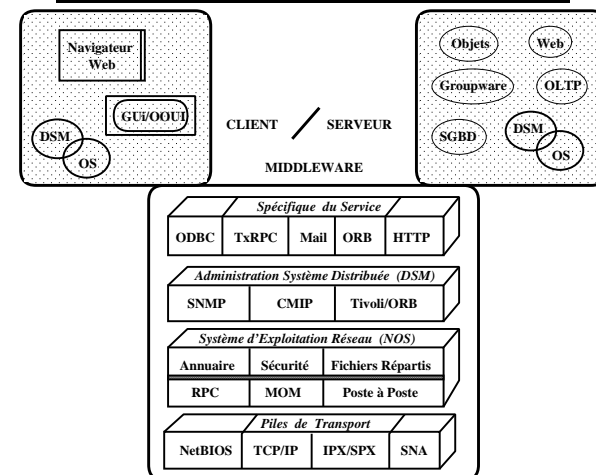
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Middleware bases de données : JDBC



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

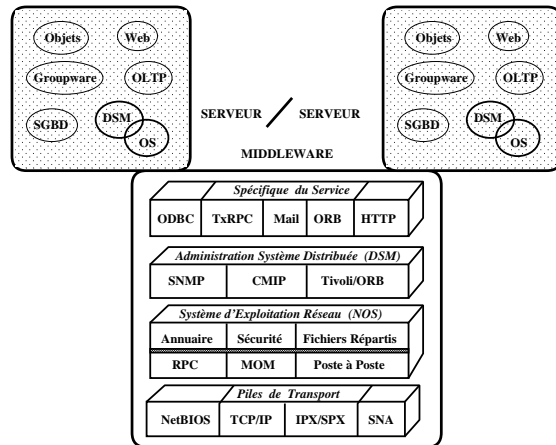
### Composants des architectures Client/Serveur (1/2)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Composants des architectures Client/Serveur (2/2)

- Interaction Serveur-Serveur de type Client-Serveur



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 2/6) Fonctionnalités d'un programme serveur

- Réception demandes clients
- Exécution simultanée des demandes
- Gestion des ressources partagées
- Priorité inter-demandes
- Sécurité de fonctionnement

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 3/6) Fonctionnalités d'un programme client

- Offrir les services
- Typologie :
  - Sans interface graphique : lecteur de codes barres
  - Avec interface graphique (GUI) : Windows 3.1, Motif
  - Interface Orientée Objets : Windows 9x, MacOS, OS/2 NextStep

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 4/6) Communications Client-Serveur

- A la charge du Network Operating System (NOS) :
  - Communication Client-Serveur
  - Synchronisation Requêtes-Réponses
  - Traiter les différences de représentation des données
- Quatre modes de communication :
  - Poste à poste
  - rpc
  - Files d'attente (Message Oriented Middleware)
  - Object Request Broker

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Communications (1/3) : Poste à poste

- Protocole de bas niveau : sockets, Transport Layer Interface (TLI, AT&T,  $\simeq$  sockets)
- Interface identique Client et Serveur
- Pas de transparence du niveau physique
- Codage et maintenance difficiles
- Délaissé au profit de rpc, MOM et ORB

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Communications (2/3) : rpc

- Communication synchrone
- Problèmes d'implantation :
  1. Localisation et activation serveur (connue, fichier de configuration, annuaires, etc)
  2. Passage de paramètres (IDL  $\rightarrow$  Souches)
  3. Sécurité et traitement des pannes
  4. Hétérogénéité des représentations des données
    - Sun : Conversion en eXternal Data Representation par les clients
    - DCE : Plusieurs formats (Neutral Data Representation)
      - Client : Annotation des données avec nom de format
      - Serveur : Conversion dans un de ses formats

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

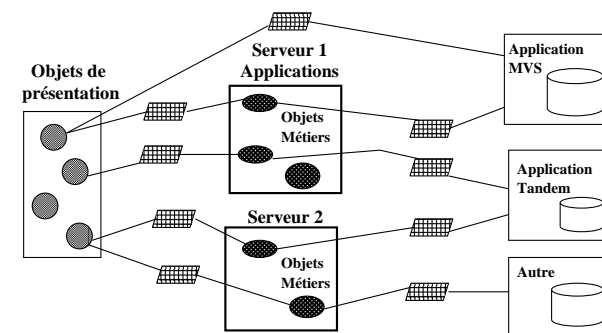
### Communications (3/3) : MOM

- Client et Serveur déposent/retiennent des messages
- Modèles (1-N), (N-1), (N-M)
- Fichiers persistants ou non, locales ou distantes
- 1993 : Consortium MOM de normalisation
  - IBM : MQSeries
  - PeerLogic : PIPES
  - Horizon Strategies : Message Express
  - etc

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Communications MOM : C/S avec MQSeries3T

- MQ3T : Routage
- Windows, NT, OS/2, AIX, Grands systèmes, etc



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 5/6 Composants des architectures C/S : Systèmes d'exploitation (OS)

#### - OS Clients :

- OS/2 Warp Connect (IBM)
- Windows'xx, Windows NT Workstation
- MacOS

#### - OS Serveurs :

- Netware 4.1 (Novell)
- OS/2 Warp Server (IBM)
- NT Server
- Unix

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### (Quelques) Services d'un OS pour un client

Mécanisme	Sans GUI		GUI	UI OO
	Monotâche	Multi-tâches		
Routage Requêtes, Réponses	Oui	Oui	Oui	Oui
Transparence local/distant	S	S	S	S
Multi-tâche pré-emptif	Non	Oui	S	Oui
Priorité inter-tâches	Non	Oui	S	Oui
Protection inter-tâches	Non	Oui	S	Oui

- **S** : Souhaité

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Services d'un OS pour un serveur

#### 1. Services de base :

- (a) Multi-tasking en pré-emption
- (b) Priorités, Protection inter-tâches, Exclusion mutuelle
- (c) Communication inter-processus (locaux et distants)
- (d) SGF muti-utilisateurs
- (e) Gestion mémoire

#### 2. Services étendus pour :

- accès aux données partagées
- gestion du système réparti
- "ouverture" (extensibilité)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Services étendus d'un OS pour un serveur

#### 1. Communications : piles de protocoles

#### 2. Réseau :

- Accès fichiers distants
- Appels de procédures distantes (rpc)
- Gestion de blobs (formats, transfert efficace, etc)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 3. Environnement d'exécution répartie :

- Pages jaunes (localisation serveurs et services)
- Horloge
- Authentification et autorisation
- Gestion système (configuration, performances, protection, etc)

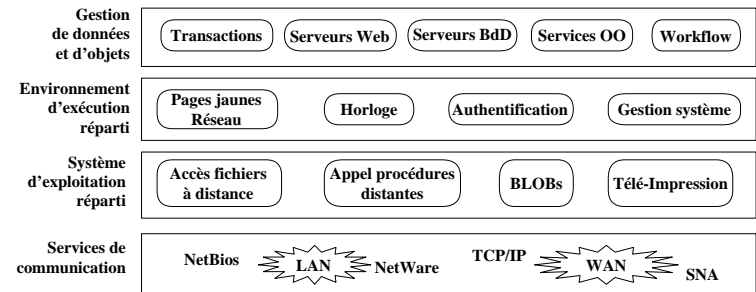
### 4. Gestion de données et d'objets :

- Transactions ([moniteurs])
- Serveurs de bases de données, Web, d'objets, workflow, etc

**Aucun système ne fournit (aujourd'hui) tous ces services**

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Services Étendus d'un OS



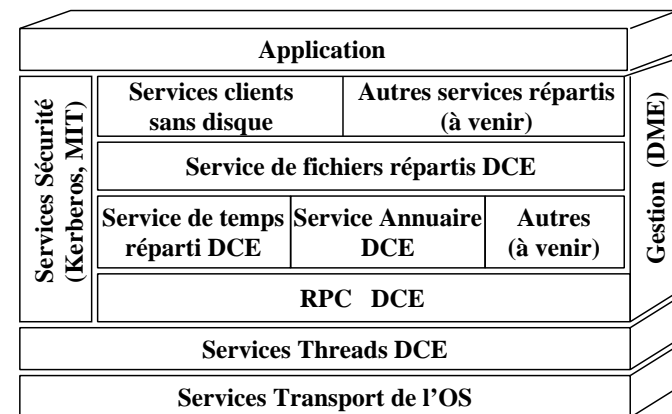
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 6/6 Composants des architectures C/S : Systèmes d'exploitation réseaux (NOS)

- Permettre à des applications écrites pour un OS local de fonctionner sur un réseau
- Assurer la transparence :
  - Localisation d'une ressource,
  - Nommage,
  - Réplication,
  - Horloge,
  - Administration système.

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### DCE : exemple de NOS serveur



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Composants des architectures C/S : Systèmes d'exploitation réseaux (NOS)**

- Distributed Computing Environment (OSF, X/Open)

+ *OS Serveurs* :

- NetWare (Novell)
- OS/2 Warp Server (IBM)
- NT Server
- *Monde Unix* : ONC (Sun), DCE

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Conclusion : Tendances des NOS**

- Fonctions NOS incorporées aux OS serveurs
- Au-delà des réseaux locaux (NFS, Sun RPC)
- ORB "absorberont" les NOS : interfaces objets des services des NOS

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Partie II : Objets distribués et CORBA**

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Objets distribués et CORBA**

1. Anatomie de CORBA : Architecture et composants
  - (a) Modèle de données et IDL
  - (b) Notions de programmation en CORBA
  - (c) ORB et Object Adapter(s)
  - (d) Quelques services communs
  - (e) Les utilitaires communs et Corba/OpenDoc
  - (f) CORBA/OpenDoc vs OLE/DCOM
  - (g) Interopérabilité et fédération d'ORBs
2. Client/Serveur Corba, Objets répartis, Web

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



## CORBA : l'IDL

- Interfaces décrites dans un "langage pivot" (IDL)
- Traduction dans "n'importe quel" langage de programmation
- Interface d'un service indépendante de la localisation de l'objet ou de son langage d'implémentation
- Types des données exprimés dans un modèle de représentation

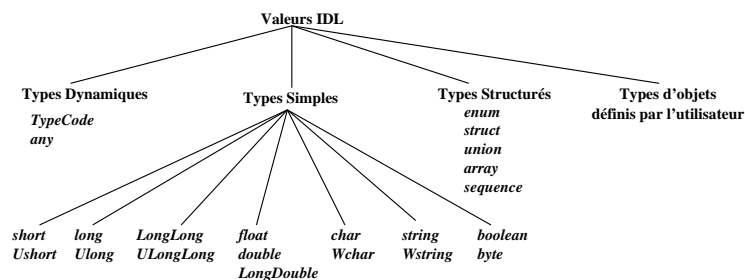
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## CORBA : Modèle de données

- *Types de base*,
- *Types énuméré et any*,
- *Types construits* (produit cartésien, union, séquence, tableau et interface)
- *Type interface* : spécifie les opérations (ou *services*) offertes par une instance d'un type d'objet
- Interfaces héritables
- Interface principale : fermeture transitive du graphe d'héritage.
- "Compatible" ODMG

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## CORBA : les types de données de l'IDL



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## Structure d'un fichier IDL

```

module <NomModule>
{
  < Déclarations de types >;
  < Déclarations d'exceptions >;
  interface < NomInterface > [ : < Héritage > ]
  {
    < Déclarations de types >;
    < Déclarations de constantes >;
    < Déclarations d'attributs >;
    < Déclarations d'exceptions >;

    [ < Type du résultat > ] < NomOpération > ( < Paramètres > )
    [ raises NomException ] [ context ];
    .....
  }
  [ < Type du résultat > ] < NomOpération > ( < Paramètres > )
  [ raises NomException ] [ context ];
  .....
  interface < NomInterface > [ : < Héritage > ]
  {
    .....
  }
}

```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : l'IDL (exemples)

#### Exemple 1 : Spécification en IDL :

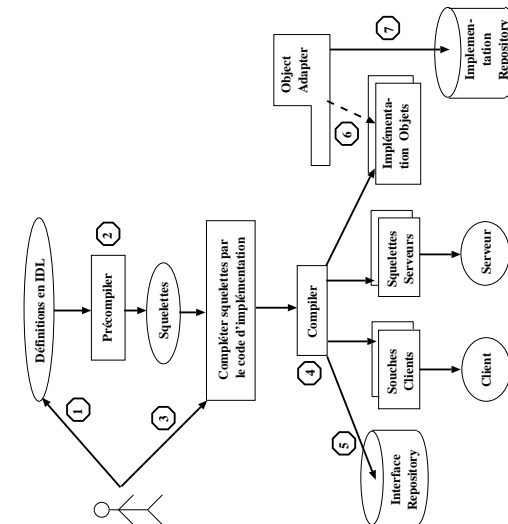
```
interface UnObjet{
    long UneOp(IN long param1);
}
```

#### “Compilation” Idl2C :

```
typedef Object UnObjet;
extern long UnObjet_UneOp(UnObjet o,
    Environnement *env,
    long param1);
```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Processus Général



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Un exemple

Client (AppliCl.java) sous W'95	Serveur (ServerMess) sous NT
Entier	Chaîne
① Construire le fichier interface Message.idl	Message.idl
② (pré-) Compiler idl2java Message.idl	idl2java Message.idl
③ Compléter Souche et squelette AppliCl.java	ServerMess.java (Serveur) MessageImpl.java (Implémentation Objet)
④ Compiler : visibroker java compiler vbjc AppliCl.java	vbjc ServerMess.java vbjc MessageImpl.java
⑤ Lancer un OSagent sur le client ou sur le serveur (catalogue d'objets distribués) osagent()	
⑦ Lancer le client vbj AppliCl	⑥ Lancer le serveur start vbj ServerMess (vbj = "sur-couche" de la JVM)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Exemple : Fichier interface

#### Message.idl

```
module modulmess {
    interface message {
        string get (int short val);
        ...
    };
};
```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Exemple : Application cliente (applcl.java)**

```

public class applcl {

    public static void main (string argv[ ]) {

        try { org.omg.CORBA.ORB unOrb = org.omg.CORBA.ORB.init();
            modulmess.message gerantMsg = modulmess.messageHelper.bind (unOrb "Msg");

            string m = gerantMsg.get((short) 4);
            system.out.println ("Resultat :" + m);

            -----
        }
        catch (org.omg.CORBA.NO_IMPLEMENT e) {
            system.out.println ("Serveur inaccessible ou non implante");
        }
    }
}

```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Exemple : Le Serveur (ServerMess.java)**

```

public class ServerMess {

    public static void main (string[ ] args) {

        org.omg.CORBA.ORB orb = org.omg.CORBA.ORB.init (args, null);
        org.omg.CORBA.BOA boa = orb.BOA_init ( );

        // création d'un objet message
        modulmess.unmessage messenger = new MessageImpl("Msg");

        // Informer l'environnement de sa disponibilité
        boa.obj_is_ready (messenger);

        boa.impl_is_ready ();

    }
}

```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Exemple : L'implémentation de l'objet (MessageImpl.java)**

```

public class MessageImpl
    extends modulmess.messageImplBase {

    MessageImpl (string st) {
        super(st)
    }

    public string get (short value) {
        switch (value) {
            case 1: return ("Bonjour");
            case 2: return ("Sabah el Kheir");
            case 3: return ("Good morning");
            case 4: return ("Yobosseyo");
        }
        return ("Code inconnu");
    }
} // fin de la classe Message

```

Classe abstraite  
engendrée par  
idl2java

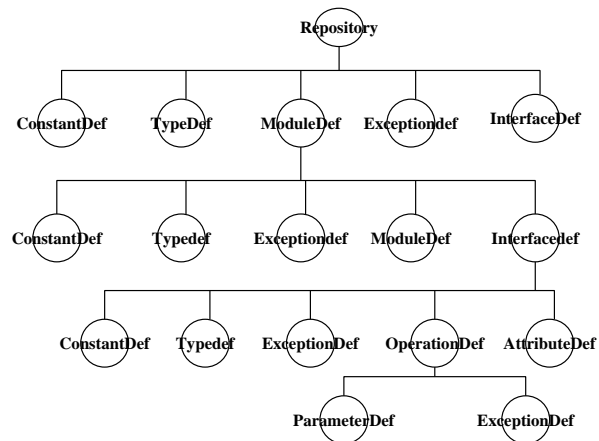
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Interface Repository**

- $\simeq$  Méta-base ou Dictionnaire
- Objets *auto-décrits* : *get\_interface()* invocable sur tout objet CORBA, rend la description de son interface
- Clients et outils : création dynamique d'invocations de services
- Test conformité invocations-signatures
- Connexion inter-ORBs :
  - Fédération d'IRs
  - Traduction d'objets inter-ORBs hétérogènes

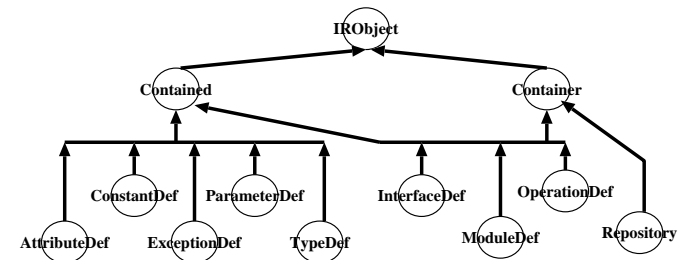
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Interface Repository : Hiérarchie de contenance



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Interface Repository : Hiérarchie d'héritage



- IObject : *destroy()*
- Contained : *describe()*, *move()*
- Container : *lookup()*, *lookup\_name()*, *describe\_contents()*, *create\_[module(), interface(), ..., alias()]*

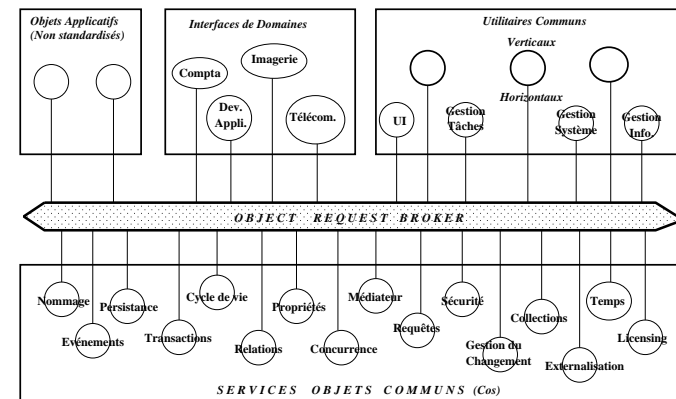
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Architecture et Composants

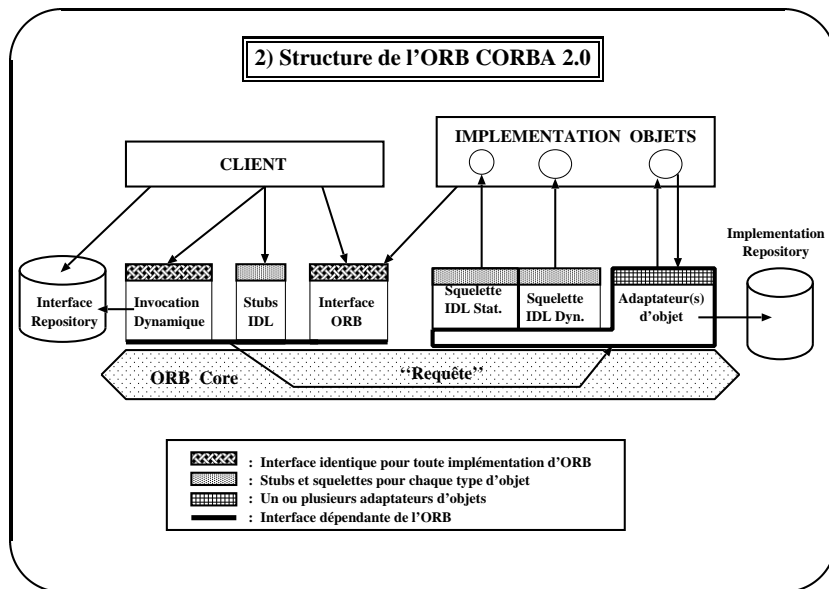
1. Architecture et services pour la gestion d'objets
2. Structure du bus logiciel
  - Object Request Broker et ses composants
  - Adaptateur(s) d'objets
3. Quelques services
4. Interopérabilité et Fédération d'ORBs

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 1) Architecture pour la gestion d'objets



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## CORBA : Object Request Broker

- ORB : Bus transportant requêtes et réponses
- L'implémentation d'un objet reçoit une demande de service ou "requête" à travers un squelette IDL
- Requête émise par un *client*
  1. via un *stub* i.e. procédure locale permettant d'invoquer une opération ( $\simeq$  *remote procedure call statique*)
  2. ou via *l'interface d'invocation dynamique*
- Implémentation d'un objet peut faire appel aux services d'un *adaptateur d'objet (OA)* (Min. 1 Basic OA/ORB)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## CORBA : Object Request Broker (ORB)

- Achemine les invocations et leurs réponses
- Assure la *transparence de la localisation* des objets :
  - Les clients ont leurs propres références d'objets
  - ORB établit la correspondance références des clients - références effectives des objets
- *Connectivité inter-ORB*  $\rightarrow$  mécanismes de gestion des références sur chaque ORB

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## ORB CORBA : Composants

### I. Côté Clients

1. Souches (stubs) IDL Clients
2. Interface d'Invocation Dynamique (DII)
3. APIs de l'Interface Repository
4. Interface ORB

### II. Côté Serveurs

1. Interface ORB
2. Implementation Repository
3. Interface Squelettes Dynamique (DSI  $\simeq$  DII)
4. Souches/Squelettes IDL Serveurs
5. Adaptateur d'objets

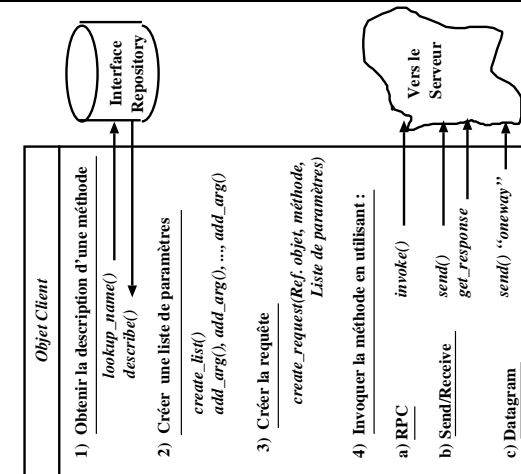
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Côté client : Interface d'Invocation Dynamique

- APIs pour localiser et invoquer dynamiquement des méthodes
  - Consultation (*look\_up*) de l'IR
  - Génération des paramètres
  - Emission de la requête
  - Récupération des résultats
- Serveur : pas de différence entre invocation statique ou dynamique
- Dans chacun des cas, l'ORB :
  - localise un adaptateur d'objets
  - lui transmet les paramètres
  - transfère le contrôle à l'implémentation de l'objet

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Côté client : Interface d'Invocation Dynamique (suite et fin)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Côtés client et serveur (1/1) : Interface ORB

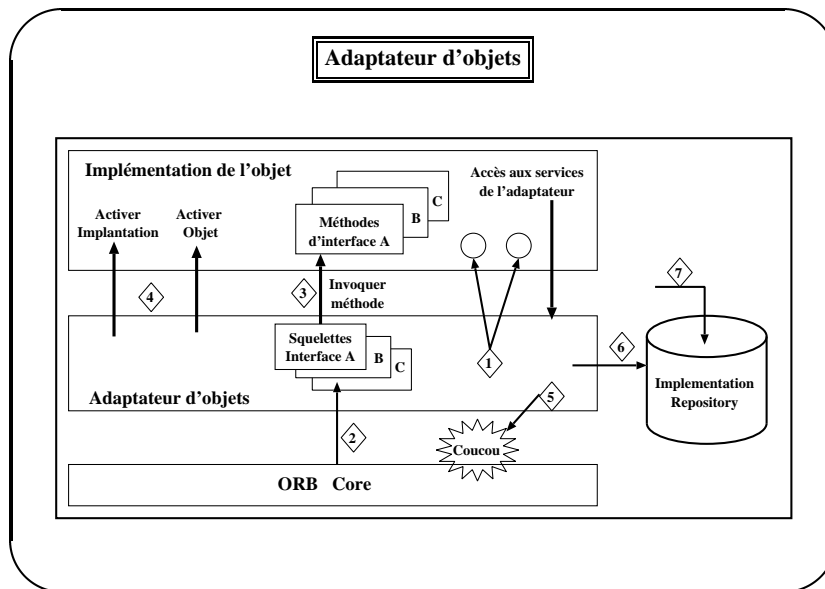
- Offre des APIs de services locaux, d'intérêt pour une application
- Exemple : Convertir référence d'objet  $\longleftrightarrow$  Chaîne (pour stocker/communiquer des références d'objets)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

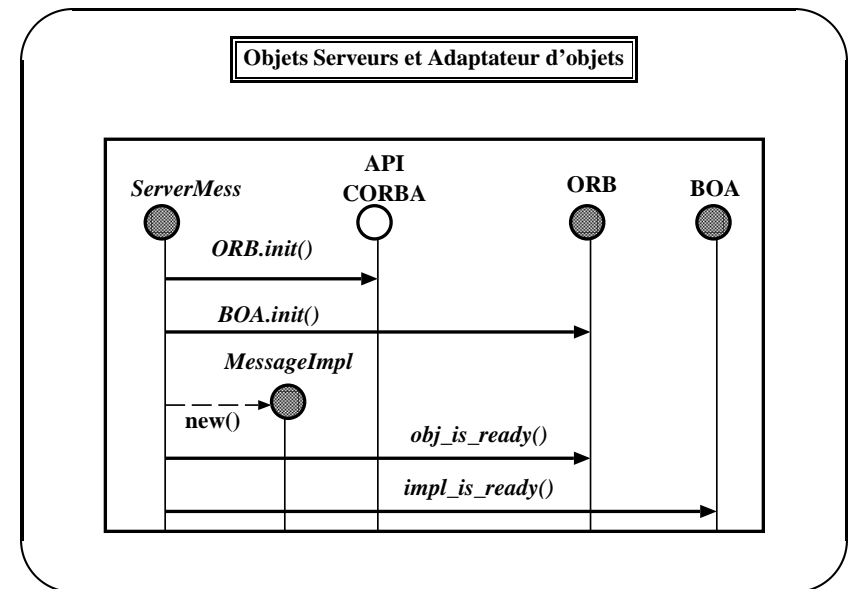
### Côté serveur : Adaptateur d'Objets et Implementation Repository

1. Engendre et interprète les références d'objets,
  2. Authentifie les clients et les requêtes, lie celles-ci aux squelettes
  3. Invoque, à travers les squelettes, les méthodes implémentant les services,
  4. Active/désactive un objet ou une implémentation d'objet,
  5. Diffuse la présence d'objets serveurs,
  6. Crée des instances d'objets [Nombre = f("charge" clients)]
  7. Enregistre les classes dans l'Implementation Repository
- Implementation Repository peut aussi contenir des informations de trace, d'audit, de sécurité, etc.

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

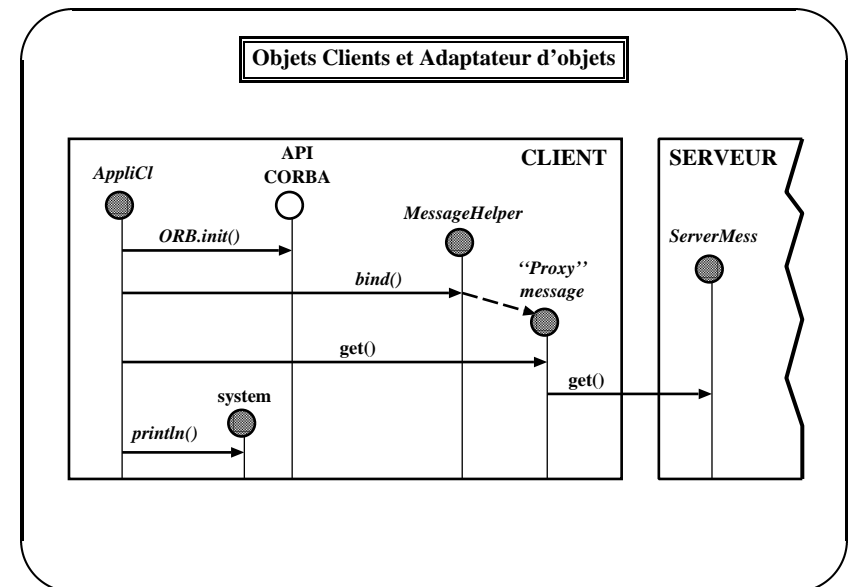


Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Objets Serveurs et Adaptateur d'objets : Retour sur l'exemple (1/2)**

```
public class ServerMess {  
  
public static void main (string[ ] args) {  
  
    org.omg.CORBA.ORB orb = org.omg.CORBA.ORB.init (args, null);  
    org.omg.CORBA.BOA boa = orb.BOA_init ( );  
  
    // création d'un objet message  
        modulmess.unmessage messenger = new MessageImpl("Msg");  
  
    // Informer l'environnement de sa disponibilité  
        boa.obj_is_ready (messenger);  
        boa_impl_is_ready ( );  
}  
  
}
```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Objets Clients et Adaptateur d'objets : Retour sur l'exemple (2/2)**

```
public class applicl {  
    public static void main (string argv[ ]) {  
        try { org.omg.CORBA.ORB unOrb = org.omg.CORBA.ORB.init();  
            modulmess.message gerantMsg = modulmess.messageHelper.bind (unOrb "Msg");  
  
            string m = gerantMsg.get((short) 4);  
            system.out.println ("Resultat :" + m);  
  
            -----  
        }  
        catch (org.omg.CORBA.NO_IMPLEMENT e) {  
            system.out.println ("Serveur inaccessible ou non implante");  
        }  
    }  
}
```

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**3) CORBA : Présentation de quelques services**

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**CORBA : Les services**

1. Services de bases :
  - (a) Nommage
  - (b) Traders
  - (c) Cycle de vie
  - (d) Evénements
  - (e) [Méta-Données]
2. Transactions, Accès concurrents, Persistance
3. Interrogation, Collections et Relations :

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**CORBA : Les services (suite et fin)**

4. Gestion système et sécurité
  - (a) Security
  - (b) Licensing
  - (c) Time
  - (d) Change Management
  - (e) Properties
  - (f) Externalization

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

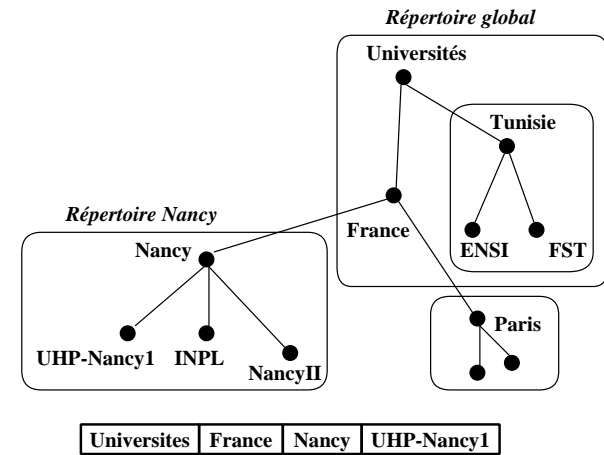


### Services de base (COS) : Nommage

- $\simeq$  pages *blanches* (localiser un objet par son nom "externe")
- Lier un *nom* à un objet dans un *contexte de nommage* (*bind()*)
  - Gestion d'un graphe de contextes de nommage
  - *Contexte de nommage* : objet contenant un ensemble de liaisons (Nom-référence d'objet)
  - Chemin dans le graphe de nommage : *CosNaming::Nom*
- Composant du nom : *<identifier: string, kind: ... >*

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

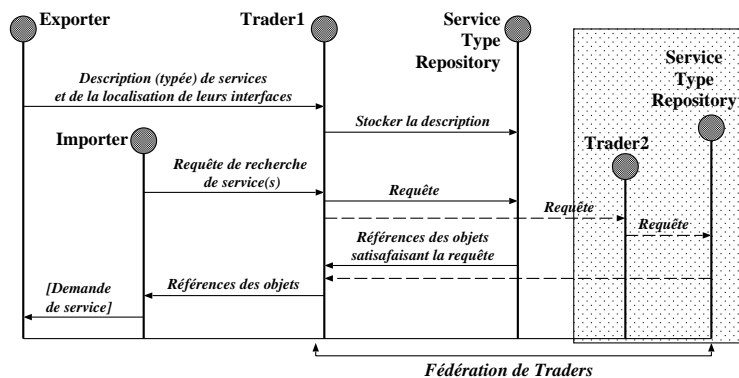
### Services de base (COS) : Nommage (suite et fin)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Services de base (COS) : Négociateurs (Traders)

- $\simeq$  pages *jaunes* : publication/recherche de services



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

## 2) Transactions, Concurrency et Persistance

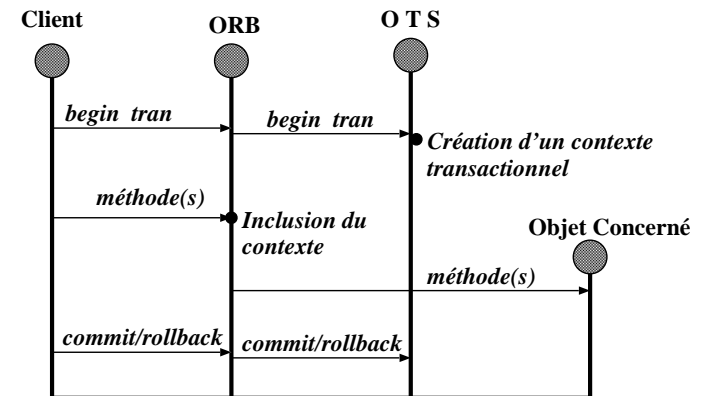
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 2.1) Services Communs : Object Transaction Services

- “Plates” (obligatoire) et imbriquées
- Sur ORB hétérogènes
- Applications ORB et non ORB peuvent contribuer à la même transaction
- Rendre un objet “transactionnel” : utiliser une interface qui hérite d’une classe abstraite OTS
- *Transactions imbriquées* : relaxation du I (ACID) : visibilité des résultats intermédiaires d’une transaction parente
- *Composants* :
  1. Client transactionnel
  2. Serveur transactionnel (coordinateur)
  3. Serveur sujet à reprise (*Recoverable Server*)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Composants OTS (1/3) : Client Transactionnel



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Composants OTS (2/3) : Serveur Transactionnel

- {Objets} sans ressources propres, non sujets à reprise
- Propage les méthodes transactionnelles
- Peut forcer une annulation (rollback)

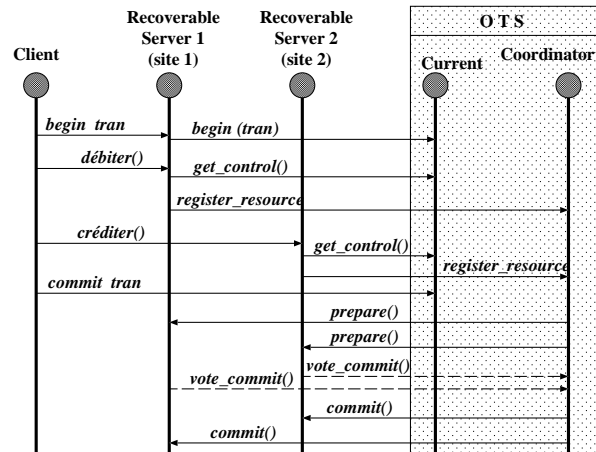
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Composants OTS (3/3) : Recoverable Server

- {Objets} sujets à reprise i.e à commit/rollback (ex : fichiers, Bdd)
- *Recoverable Objects* :
  - notifient l'OTS qu'une ressource est concernée par une transaction : *register\_resource()*
  - fournissent les méthodes pour rpc via l'ORB

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### OTS (fin) : Scenario d'un 2 phase commit



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 2.2) Services Communs : Concurrency

- Contrôle d'accès à des ressources partagées
- Par verrouillage
- Modes : *read, write, intention, upgrade*

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 2.3) Services Communs : Persistence Object Services

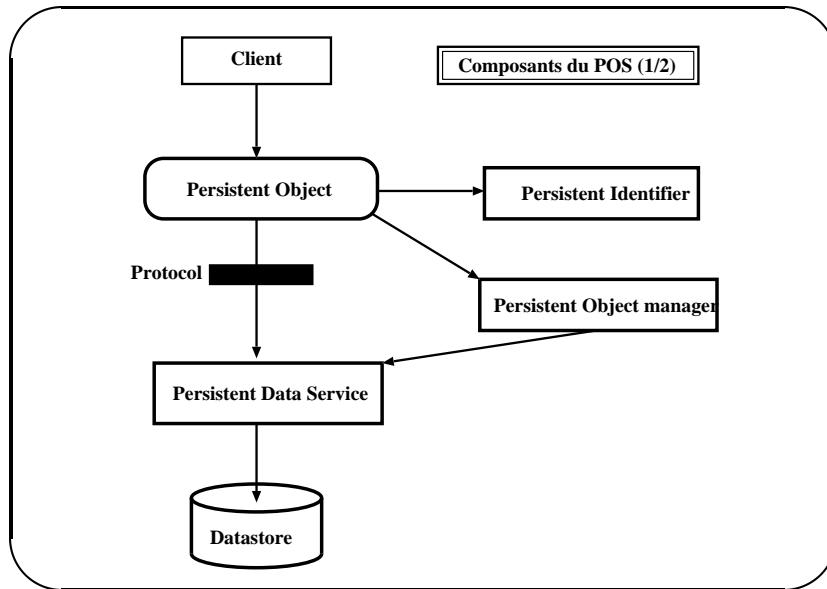
- Interfaces communes vers les gérants de données/objets persistants
- Pour systèmes à un ou deux niveaux (SGBDOO vs SGBDR ou SGF)
- Composants du POS :
  1. Persistent Objects (PO) :
    - Par héritage de la classe PO et d'un mécanisme d'externalisation
    - Identifiant unique (*Persistent Identifier*)
  2. Datastores (DSs) : SGFs, SGBDs
  3. Persistent Object Manager (POM) :
    - Interface indépendante de toute implémentation
    - $\simeq$  routeur d'objets pour les DSs

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

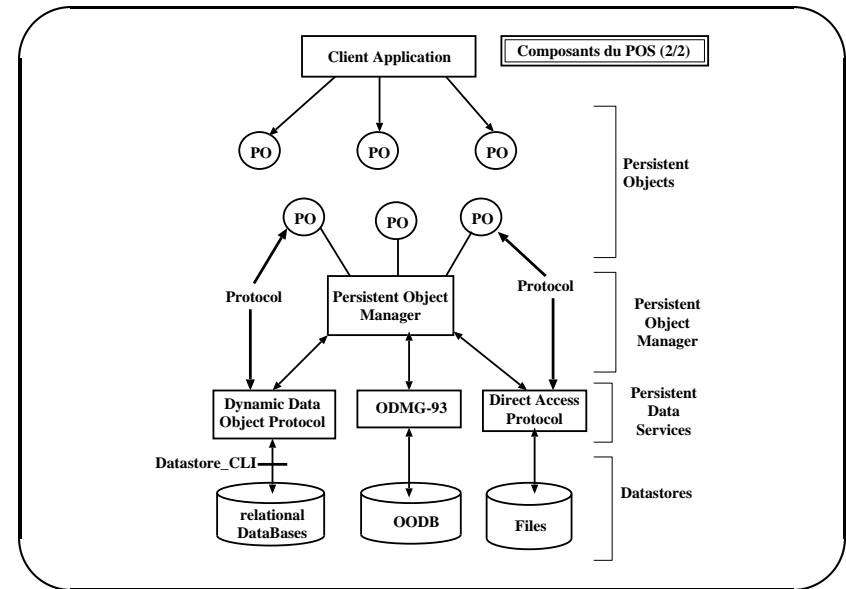
### 4. Persistent Data Services (PDSs) :

- Interface pour un DS particulier
- Pour le transfert de données entre un objet et un DS
- Peuvent supporter des protocoles particuliers pour accès/stockage de données
- Trois protocoles définis dans le POS :
  - (a) Direct Access protocol : accès grâce à un DDL "à la" IDL (sous-ensemble ODMG-93)
  - (b) ODMG-93 protocol : Accès à partir de C++, Smalltalk, Java
  - (c) Dynamic Data Object protocol :
    - Représentation *neutre* des données
    - IDL non nécessaire

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



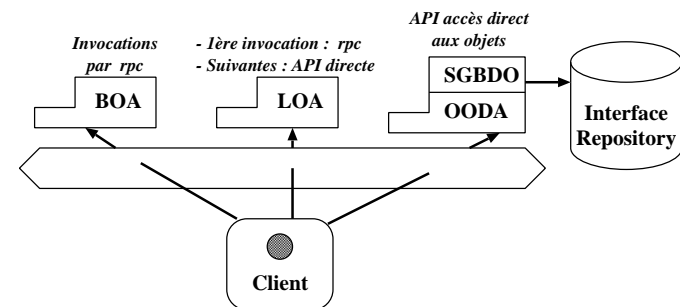
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Persistence : CORBA et ODMG

- Environnement OMG : SGBDO pour concurrence d'accès à des bases de grande taille
- ODMG-93 : extension du POS (protocole d'accès pour un Persistent Store avec objets à grain fin)
- *Library Object Adapter* : API d'accès direct via l'ORB
- *Object Oriented Database Adapter* : Normalisation de LOA (à la demande des vendeurs de SGBDO)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Persistence : CORBA et ODMG (suite et fin)



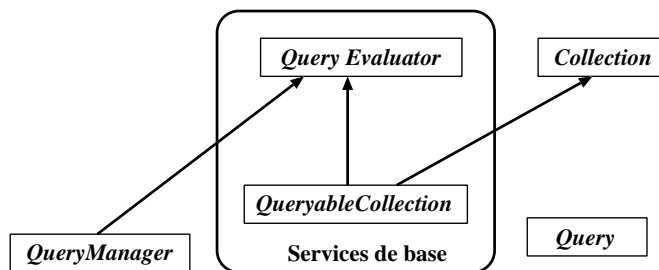
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### 3) Services Communs : Requêtes, Collection, Relations

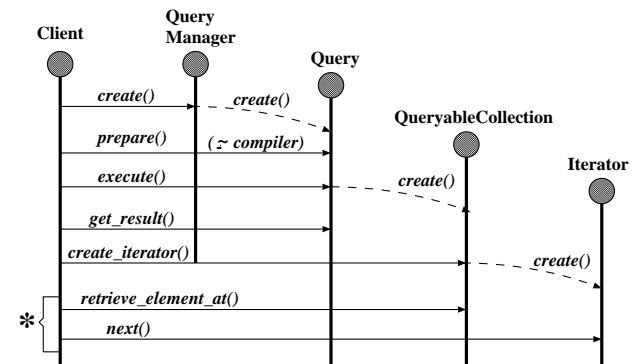
#### Services Communs : Requêtes (Object Query Services) et Collections

- en OQL (ODMG), SQL + extensions objets ou un sous-ensemble des deux
- Requête i.e. pas d'accès à l'état des objets
- Réponse : *Collection* d'objets

#### Services Communs : Interfaces OQS



#### Services Communs : Scenario OQS



**Services Communs : Relations**

- *CosRelationship* : Définition de types de relations ( $\simeq$  Associations : rôles, attributs, cardinalités)
- Instance : Graphes d'objets (*CosGraph*)
- *Navigation* dans le graphe (exemple : PCIS2 Traceability)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**CORBA : Utilitaires Communs et Documents Composites**

1. Utilitaires Communs
  - (a) Gestion système
  - (b) Gestion des tâches
  - (c) Interface utilisateur
  - (d) Gestion d'informations
2. CORBA et Documents Composites : OpenDoc

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Utilitaires Communs (1/4) : Gestion système**

- Interfaces et services pour :
    - gérer
    - configurer
    - installer
    - réparer
- des composants objets distribués

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

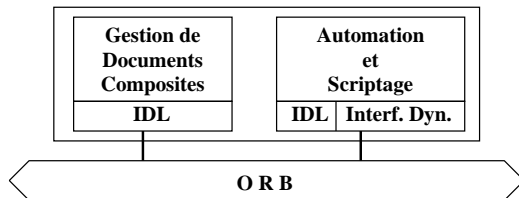
**Utilitaires communs (2/4) : Gestion de tâches**

- Cadre pour la gestion de :
  - workflow
  - agents
  - scriptage
  - automation
  - règles (ECA)
  - longues transactions

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Utilitaires communs (3/4) : Interface Utilisateur

- *Document composite* : métaphore pour organiser des composants
  - visuellement
  - à travers des relations "contenant-contenu"
- *Utilitaires UI* : Technologie pour documents composites (partage d'écran d'affichage, acheminement d'événements aux composants t.q. barres de menus, d'outils)



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

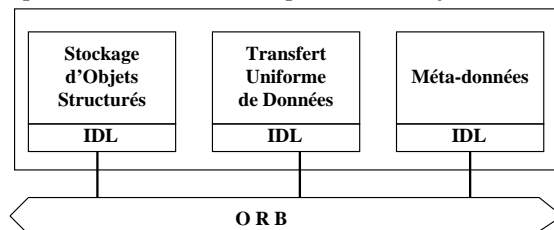
### Utilitaires communs (3/4) : Interface Utilisateur

- *"Scriptage"* :  $\simeq$  programme
  - Script appelé par un document sur événement
  - *Exemples* : journalisation des lectures/écritures, notification par mel, authentification des accès, etc
- *"Automation"* :
  - Ecriture et attachement dynamique de scripts
  - Coordination/Collaboration de suites de composants

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Utilitaires communs (4/4) : Gestion d'informations

- Stockage de documents structurés
- Echange de données
- Définition de standards de définition, représentation, échange de données et méta-données
- Copie/Déplacement des extensions profondes d'objets

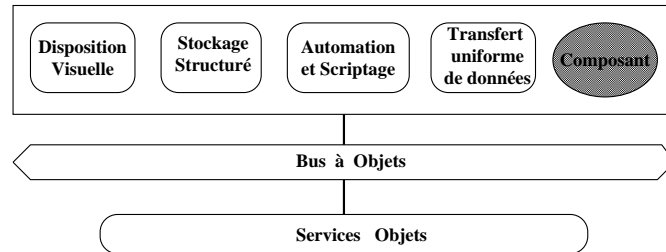


Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA/OpenDoc pour Documents Composites

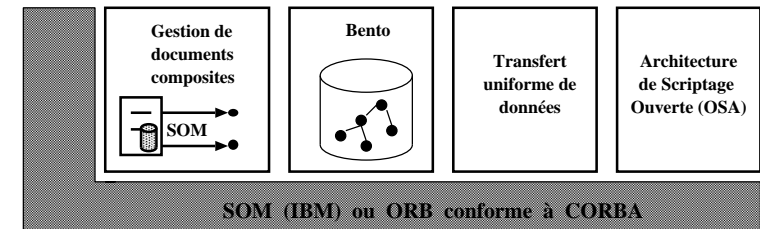
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Canevas pour Documents composites



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Canevas pour documents composites CORBA/OpenDoc



- *OpenDoc* : Component Integration Labs (IBM, Novell, Apple, Oracle, SunSoft, Taligent, Xerox, ...)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA/OpenDoc

- OpenDoc :  $\simeq$  CORBA sur le bureau : parties du bureau
  - Collaborent avec d'autres parties,
  - Accèdent à des serveurs d'objets via un ORB CORBA (SOM, IBM)
- Règles pour les parties pour :
  - partage de la zone d'affichage
  - stockage de leurs données dans un *conteneur*
  - coordination par des scripts, des événements sémantiques, des appels de méthodes CORBA
  - inter-opération avec d'autres modèles de composants (OLE, applets Java) : cf *ComponentGlue*

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### OpenDoc : ComponentGlue (Novell)

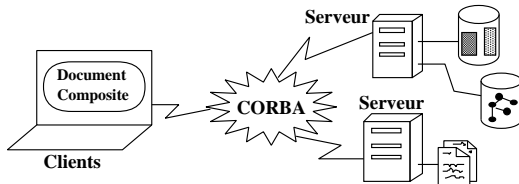
- Passerelle OpenDoc  $\longleftrightarrow$  OLE
  - Partie OpenDoc dans/comme objet OLE
  - Objet OLE avec OCXs dans/comme partie OpenDoc
- Correspondance directe API OpenDoc-API OLE

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



### CORBA/OpenDoc : Conclusion

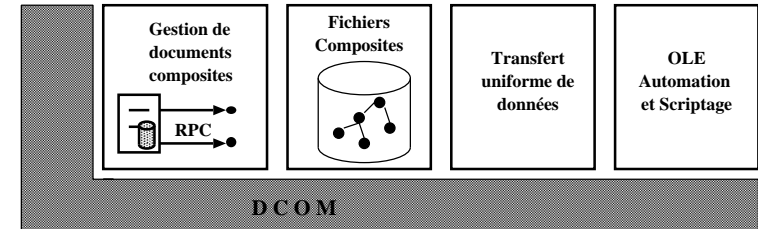
- OpenDoc :
  - bus CORBA “sur le bureau” pour la communication inter-applications
  - Applications monolithiques “encapsulables” pour coopération locale et distante
- Document OpenDoc : base de l'intégration Client/Serveur



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### OLE/DCOM : OLE/DCOM

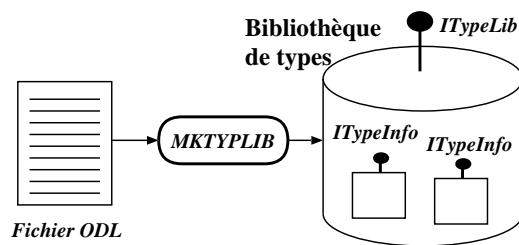
- Concurrent CORBA/OpenDoc
- = {services communs} pour composants
- Canevas pour documents composites OLE/DCOM



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### OLE/DCOM : Bibliothèque de types et localisation des objets

- IDL-DCOM : Description d'interfaces par des développeurs
- ODL-DCOM : Description des interfaces pour une *bibliothèque de types* ( $\simeq$  IR CORBA)

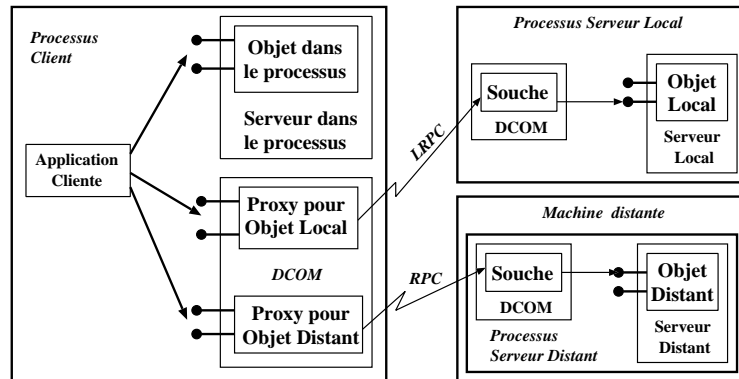


Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### OLE/DCOM : Bibliothèque de types et localisation des objets

- Service Control Manager (SCM)
  - DCOM  $\rightarrow$  SCM : ClassID (demande de services d'un composant)
  - SCM : Localisation d'un serveur S
  - SCM  $\rightarrow$  serveur S : Création d'une instance du composant
- DCOM + SCM  $\simeq$  ORB + BOA
  - Localisation d'objets distants ou situés dans un autre processus + lancement
  - Mécanismes de souches et de proxy

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

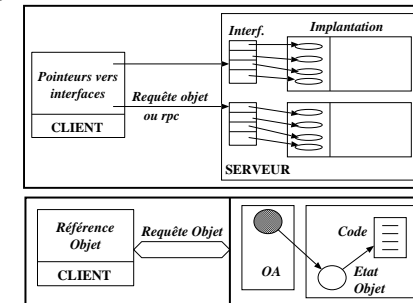
**OLE/DCOM : Architecture Client/Serveur**

- *LRPC* : Lightweight RPC

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**CORBA vs DCOM**

- Objet-Interfaces : (1-1) vs (1-n)
- Référence objet vs Pointeur



- IDL standard vs IDL propriétaire

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**OLE/DCOM : Conclusion**

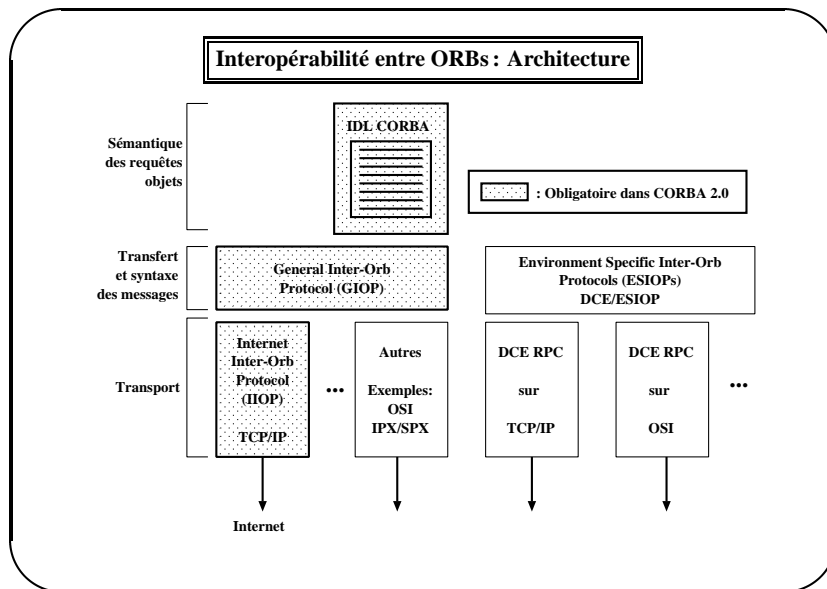
- Proposition propriétaire !
- David Linthium, Open Computing, Jan. 1995 :  
*“OpenDoc is the “rest of the world’s” response to Microsoft’s OLE. It even encapsulate its archenemy OLE.”*
- Cliff Reeves, Director of Objects IBM, Jan. 1995 :  
*“Comparing OpenDoc with OLE/COM is like comparing a modern human with Neanderthal. If you were to dress Neanderthal in a suit and stand back, the two might look the same. But you would have to look much closer if one was going to help run your business.”*

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**5) Interopérabilité et Fédération d'ORBs**

1. Architecture
2. *GIOP* : General Inter-Orb Protocol
3. *IIOP* : Internet Inter-Orb Protocol

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Interopérabilité entre ORBs : GIOP

- General Inter-Orb Protocol spécifie :
  - un ensemble de formats de messages
  - des représentations communes de données
- Sept formats de messages couvrant la sémantique des requêtes/réponses de l'ORB
- Common Data Representation définit une correspondance types de l'IDL  $\rightarrow$  représentation plate
  - $\Rightarrow$  Pas de négociation de formats

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Interopérabilité entre ORBs: IIOP

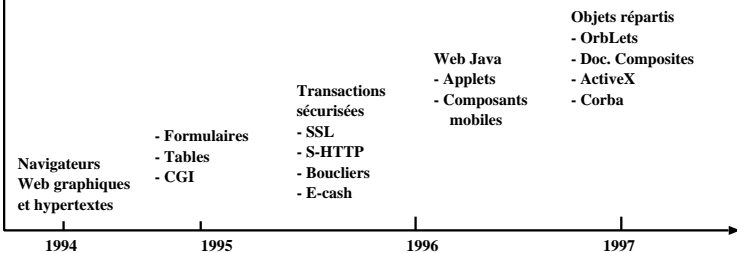
- IIOP (Internet Inter-Orb Protocol) : TCP/IP + échanges de messages définis par CORBA
- ORB conforme à CORBA doit :
  - implanter IIOP de façon native
  - ou offrir un 1/2 passerelle : ORB propriétaire peut communiquer avec l'univers CORBA en traduisant des requêtes de et vers le "dorsal" IIOP.

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Client/Serveur, Web, CORBA

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### WebObject : Evolution



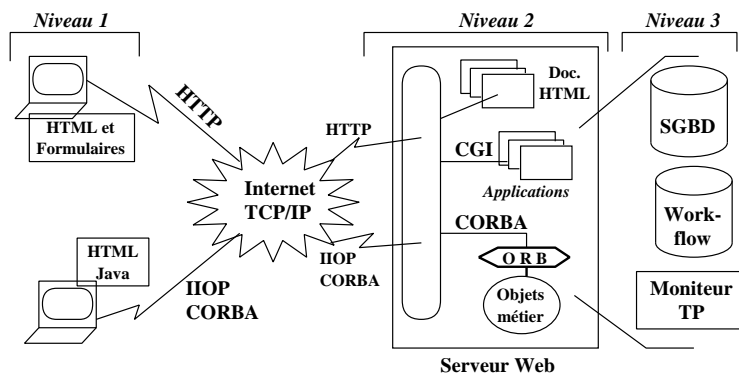
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### WebObject : un modèle C/S Corba, Java, Web

- Niveau 3 : Serveurs traditionnels
- Niveau 2 : Objets de métier CORBA
  - Logique de l'application
  - Encapsulation des serveurs traditionnels
  - Remplacement des applications CGI
- Niveau 1 : Clients Java
  - Communication avec un objet CORBA via ORB Java
  - CORBA : middleware de communication objet à objet (à la place de HTTP/CGI)

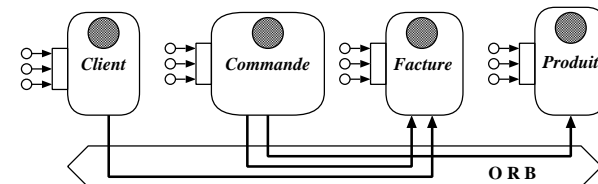
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### WebObject : un modèle C/S Corba, Java, Web



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

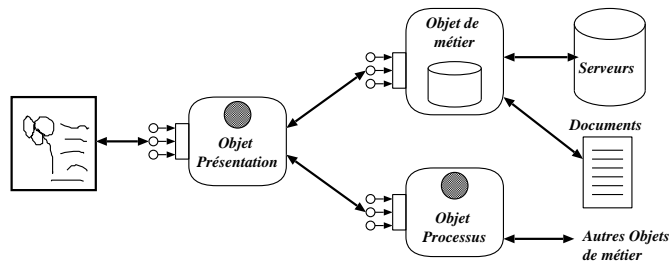
### CORBA : Les objets de métiers



- *OMG Business Object Management Special Interest Group*
- BO : Objet de niveau application autonome offrant
  - Interfaces
  - Protocoles de coopération avec d'autres BO (cf diagrammes d'interactions)
- Application  $\simeq$  suite de BOs, fournit l'environnement d'exécution

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Anatomie des objets de métiers



- Présentation : Apparence(s) externe(s) de l'objet

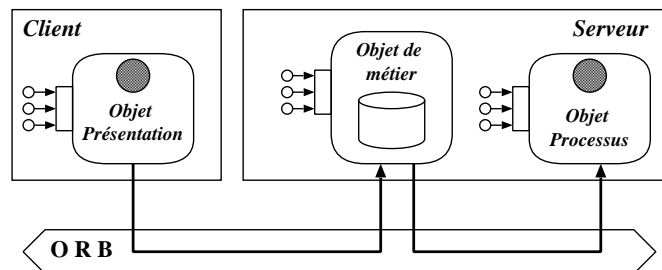
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Anatomie des objets de métiers

- Métier encapsule, pour une entité :
  - données,
  - méta-données,
  - réactions événements,
  - concurrence,
  - business rules
- Processus : encapsule
  - logique d'affaires (business logic)
  - processus de courte durée gérés par le BO
  - processus de longue durée, comme workflow, longues transactions (par spécialisation du BO)

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : Les objets de métiers en Client/Serveur



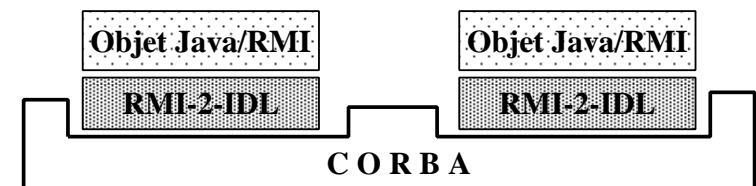
Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Corba et Java/Remote Method Invocation

- "Réponse" OMG-Sun à OLE/DCOM

1/3) CORBA 3 : intégré dans une version future du JDK (1.4 ?)

- JDK 1.2 : cohabitation RMI et ORB CORBA 2 minimal



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Corbabeans et Javabeans

#### 2/3) Composants ré-utilisables :

- *Corbabeans* selon le modèle *Javabeans*
- avec indépendance vis-à-vis de leur langage d'implémentation

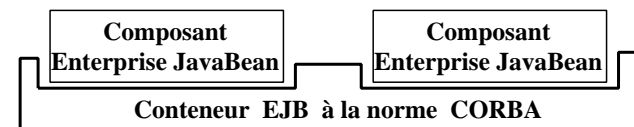


Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### Enterprise Javabeans

#### 3/3) *Enterprise Javabeans (EJB)* :

- Standardisation des échanges composants Java-Conteneurs
- Conteneur : N'importe quel middleware, dont ORB CORBA
- Possibilité :
  1. Assemblage d'applications "trois tiers" avec des EJB
  2. Déploiement sur un ORB exploitant les EJB



Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CORBA : des implémentations

- Orbix : IONA
- SOM : IBM
- ObjectBroker : Digital
- ORB+ : HP
- VisiBroker : Visigenic
- etc

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

### CorbaScript et CorbaWeb (LIFL)

- *CorbaScript* : langage de script interprété dédié à CORBA
  - Simplicité apprentissage et utilisation
  - Typage dynamique via IR
  - Accès direct aux objets (DII)
- *CorbaWeb* : passerelle HTTP-CORBA
  - scripts passerelle en CorbaScript
  - documents dynamiques HTML peuvent contenir du CorbaScript
- <http://corbaweb.lifl.fr>

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**Corba/Web : PCIS2 (CELAR (F), US Navy/SPAWAR)**

- CELAR, DCN (Toulon), LORIA-Nancy, Sema Group
- SPAWAR/US Navy, Arizona State U.
- Environnement distribué de développement, sensible aux procédés
- <http://pcis2.nosc.mil/>

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1

**CORBA : Conclusion**

- Propositions de l'OMG : une architecture et une spécification des fonctionnalités de ses composants
- Faiblesses :
  - IDL : pas de contraintes sur les objets, les paramètres (*Tradex*, *MCSEAI'98*)
  - Si *invocation dynamique d'un service* : description "syntaxique" de l'interface insuffisante pour identifier le ou les objets capables de satisfaire la demande
- Compétences
- Environnements et outils

Nacer.Boudjlida@loria.fr, UHP Nancy1